

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Оценка риска чрезвычайных ситуаций на гидротехнических сооружениях горно-обогатительного комбината	

УДК 614.8:622.7

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E51	Оюн Арсений Тумбараевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук И. В.	К.Т.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Романцов И.И.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	К.Х.Н.		

Томск – 2020 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
20.03.01 Техносферная
безопасность
_____ А.Н. Вторушина
26.02.2020 г.

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E51	Оюну Арсению Тумбараевичу

Тема работы:

Оценка риска чрезвычайных ситуаций на гидротехнических сооружениях горно-обогатительного комбината	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	57-30/с от 26.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:

05.06.2020 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	- Объект исследования - гидротехнические сооружения горно-обогатительного комбината
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	- Характеристика гидротехнических объектов; - Аварии на гидротехнических сооружениях; - Описание горнообогатительного комбината; - Анализ основных причин реализации чрезвычайных ситуаций на гидротехнических сооружениях; - Моделирование типовых сценариев развития чрезвычайной ситуации; - Расчет вероятных зон действия поражающих факторов; - Разработка рекомендаций по снижению

	<i>вероятности реализации ЧС.</i>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	Кашук Ирина Вадимовна
СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Романцов Игорь Иванович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.02.2020
-------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		26.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е51	Оюн Арсений Тумбараевич		26.02.2020

**Результаты освоения образовательной программы по направлению
20.03.01 Техносферная безопасность**

Код результат а	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Общие по направлению подготовки	
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.
Профиль	
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов
P7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду
P9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
 Уровень образования бакалавриат
 Отделение контроля и диагностики
 Период выполнения весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020 г.
------------------------------------------	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.03.2020 г.	Разработка раздела «Обзор литературы», анализ литературных источников по заданной теме	20
23.03.2020 г.	Разработка раздела «Объект и методы исследования», описание рассматриваемого объекта, рассмотрение методов оценки рисков	10
06.04.2020 г.	Разработка раздела «Практическая часть», анализ возможных аварийных ситуаций, обоснование наиболее вероятных сценариев развития аварийных ситуаций	15
20.04.2020 г.	Разработка раздела «Результаты и их обсуждение», оценка рисков реализации аварийных ситуаций по предложенным сценариям, оценка зон действия поражающих факторов	15
11.05.2020 г.	Разработка рекомендаций по снижению вероятности реализации чрезвычайной ситуации	10
25.05.2020 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
05.06.2020 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2020

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E51	Оюн Арсений Тумбараевич

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 % (НК РФ)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений ИР	Анализ и оценка конкурентоспособности НИ. SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	Определение структуры выполнения НИ. Определение трудоемкости работ. Разработка графика проведения исследования.
3. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	Расчет бюджетной стоимости ИР
4. Оценка ресурсной эффективности ИР	Определение: интегрального финансового показателя; интегрального показателя ресурсоэффективности; интегрального показателя эффективности.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности НИ
2. Карта сегментирования рынка
3. Матрица SWOT
4. Диаграмма Ганта
5. Бюджет НИ
6. Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E51	Оюн Арсений Тумбараевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1E51	Оюн Арсений Тумбараевич

Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01 Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Оценка риска чрезвычайных ситуаций на гидротехнических сооружениях горно-обогатительного комбината	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Машинист экскаватора гидротехнического сооружения (пруд-отстойник) горно-обогатительного комбината постоянно находится в кабине и управляет машиной. Рабочая поза, постоянно сидя в кресле машиниста. Во время работы преобладают движения рук.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	ГОСТ 12.2.130-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Экскаваторы одноковшовые. Общие требования безопасности и эргономики к рабочему месту машиниста и методы их контроля ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования ГОСТ 27250-97 (ИСО 3411-95) Машины землеройные. Антропометрические данные операторов и минимальное рабочее пространство вокруг оператора.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	2.1. Рассмотреть воздействие на машиниста экскаватора вредных факторов, таких как повышенная загазованность и запыленность воздушной среды, повышенный уровень шума, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень вибрации, повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны. 2.2. Рассмотреть воздействие на машиниста экскаватора опасных

	факторов, таких как движущиеся машины и механизмы, их рабочие органы и части, обрушивающиеся грунты и горные породы, разрушающиеся конструкции машин, опасный уровень напряжения в электрической цепи.
3. Экологическая безопасность:	<p>Рассмотреть воздействие горнодобывающих предприятий на окружающую среду:</p> <ul style="list-style-type: none"> – изъятие минерально-сырьевых и экологических ресурсов (земля, вода, воздух, флора, фауна); – химическое и тепловое загрязнение биосферы; – физическое воздействие (акустическое, электромагнитное, радиоактивное).
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Рассмотреть токсическое воздействие хвостохранилищ на окружающую среду, вследствие разрушения дамбы. Возгорание дизельного топлива. Наиболее типичная ЧС - повреждение кабельных и воздушных линий электропередач.</p> <p>Превентивные меры: соблюдение техники безопасности, использование высококачественного топлива и т.д.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1E51	Оюн Арсений Тумбараевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 84 с, 5 рисунков, 28 таблиц , 25 источников.

Ключевые слова: гидротехническое сооружение, хвостохранилище, аварии на гидротехнических сооружениях, чрезвычайная ситуация, анализ основных причин реализации чрезвычайных ситуаций, типовые сценарии развития чрезвычайной ситуации.

Объектом исследования является гидротехническое сооружение горно-обогатительного комбината.

Целью работы является оценка риска возникновения чрезвычайной ситуации на гидротехническом сооружении горно-обогатительного комбината на примере Кызыл-Таштыгского комбината в Республике Тыва.

В процессе работы были изучены: характеристики гидротехнических сооружений; статистика и причины аварий на гидротехнических сооружениях.

В результате исследования были предложены сценарии развития аварийных ситуаций, был выявлен наиболее вероятный сценарий, рассчитаны зоны затопления при аварии на гидротехническом сооружении и оценена степень разрушения зданий и дорог в городе.

На основании полученных результатов были разработаны рекомендаций по снижению вероятности реализации чрезвычайной ситуации.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

ЧС – Чрезвычайная ситуация;

ГТС – Гидротехническое сооружение;

ГОК – Горно-обогатительный комбинат;

ПДК – Предельно допустимая концентрация;

ОПО – Опасный производственный объект;

КИА – контрольно-измерительная аппаратура;

РСЧС – Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Использованы следующие нормативные ссылки:

1. СНиП 2.06.05-84* Плотины из грунтовых материалов.
2. ГОСТ 12.2.130-91 Система стандартов безопасности труда.
Экскаваторы одноковшовые. Общие требования безопасности и эргономики к рабочему месту машиниста и методы их контроля.
3. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
4. ГОСТ 27250-97 (ИСО 3411-95) Машины землеройные.
Антропометрические данные операторов и минимальное рабочее пространство вокруг оператора.
5. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия.
Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.
6. ГОСТ 5727-88 Стекло безопасное для наземного транспорта. Общие технические условия.
7. ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда.
Оборудование производственное. Ограждения защитные.

8. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда.
Оборудование производственное. Общие требования безопасности
9. ГОСТ 12.1.003 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.
10. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
11. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда.
Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
12. Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. N 304
"О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера".
13. Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (с изменениями на 20 декабря 2019 года).

Оглавление

Введение	13
1. Обзор литературы	14
1.1. Характеристика гидротехнических объектов.....	14
1.2. Аварии на гидротехнических сооружениях	15
1.3. Обзор крупнейших аварий на гидротехнических сооружениях	17
2. Объект и методы исследования.....	19
2.1. Объект исследования	19
2.2. Методы исследования.....	23
3. Практическая часть	25
3.1. Анализ основных причин реализации ЧС на гидротехнических сооружениях	25
3.2. Моделирование типовых сценариев развития ЧС	28
4. Результаты и их обсуждение	36
4.1. Расчет вероятных зон действия поражающих факторов	38
4.2. Разработка рекомендаций по снижению вероятности реализации ЧС.....	41
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	43
5.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	43
5.2. Планирование научно-исследовательских работ	47
5.3. Бюджет затрат	52
6. Социальная ответственность	61
6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...	62
6.2. Производственная безопасность	63
6.3. Экологическая безопасность	72
6.4. Безопасность в ЧС.....	74
6.5. Вывод по разделу социальная ответственность	76
Заключение	78
ПРИЛОЖЕНИЕ	79
Список литературы	82

Введение

Гидротехнические сооружения (ГТС) являются потенциально опасными объектами. Причина этого заключается в том, что они обычно расположены в границах населенных пунктов. Авария или отказ гидротехнических сооружений может привести к значительным последствиям, связанным с гибелью людей, экономическим ущербом и ущербом свойствам окружающей среды. Они подчеркивают необходимость и важность безопасной эксплуатации и технического обслуживания гидротехнических сооружений.

На протяжении всей истории строительство, эксплуатация и техническое обслуживание ГТС приносили значительные выгоды человечеству.

Независимо от того, насколько мала вероятность отказа, любой сбой ГТС все же может привести к потенциально катастрофическим последствиям.

Целью работы является оценка риска возникновения чрезвычайной ситуации на гидротехнических сооружениях горно-обогатительного комбината на примере Кызыл-Таштыгского комбината в Республике Тыва.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть причины аварий на гидротехнических сооружениях;
- рассмотреть сценарии возможных аварийных ситуаций на исследуемом объекте;
- произвести оценку риска эксплуатации ГТС.

1. Обзор литературы

1.1. Характеристика гидротехнических объектов

Гидротехническое сооружение представляет собой конструкцию, частично или полностью погруженную в водоем, что нарушает естественный поток воды. Они могут использоваться для отклонения, прерывания или полного прекращения потока.

Гидротехнические сооружения могут быть построены в реках, морях или любых водоемах, где существует необходимость в изменении естественного потока воды.

Вследствие этого ГТС разделяют на[1]:

- речные;
- морские;
- озерные/прудовые;
- внутрисистемные/сетевые;
- подземные.

ГТС различаются по назначению и могут быть построены в различных климатических условиях.

ГТС по характеру выполняемых функций бывают:

- водоподпорные;
- водопроводящие;
- водозаборные;
- водосбросные;
- регуляционные.

Водоподпорные ГТС – это плотины, дамбы, которые преграждают поток воды и контролируют напор воды.

Водопроводящие ГТС – это каналы, гидротехнические туннели, служащие для поступления воды к определенным местам.

Водозаборные ГТС – это такие сооружения, которые осуществляют забор воды из водоема.

Водосбросные ГТС – это водосливы, которые сбрасывают излишки воды.

Регуляционные ГТС – это струенаправляющие дамбы, которые регулируют взаимодействие потока с руслом.

По целевому назначению ГТС бывают:

- общего назначения;
- специального.

По условиям использования ГТС бывают: постоянные и временные.

В свою очередь, постоянные ГТС делятся на:

- основные;
- второстепенные.

Основными ГТС являются те сооружения, при разрушении которых нарушается нормальная работа объекта или полностью прекращается.

Второстепенными ГТС являются те сооружения, при разрушении которых не будет никаких последствий.

По степени опасности ГТС подразделяются на следующие классы [1]:

- I класс – ГТС чрезвычайно высокой опасности;
- II класс – ГТС высокой опасности;
- III класс – ГТС средней опасности;
- IV класс – ГТС низкой опасности.

1.2. Аварии на гидротехнических сооружениях

На территории России эксплуатируется более 30 000 водохранилищ и несколько сотен накопителей промышленных стоков и отходов. Гидротехнические сооружения на 200 водохранилищах и 56 накопителях отходов эксплуатируются без реконструкции более 50 лет, некоторые находятся в аварийном состоянии. По мнению специалистов, общее число гидродинамически опасных объектов составляет 815, численность населения, проживающего в зонах непосредственной угрозы жизни и здоровью при возможных авариях на этих объектах, превышает 7 млн. человек [2]. Причиной этого являются износ гидротехнических сооружений, нехватка

опытного и обученного персонала, несвоевременный ремонт и реконструкция гидротехнических сооружений.

Типы аварий на ГТС:

1. При прорыве дамбы образуется волна прорыва, вследствие чего происходит катастрофическое затопление местности.
2. Прорыв дамбы, который приводит к образованию прорывного паводка.
3. Прорыв дамбы, который приводит к уничтожению плодородного слоя.

Причины аварий на гидротехнических сооружениях подразделяются на естественные и техногенные.

Причинами естественного характера чрезвычайной ситуации на площадке являются: землетрясения, наводнения, ураганы, в целом все, что связано с силами природы.

Причинами техногенной природы аварийной ситуации на объекте являются те факторы, которые связаны с деятельностью человека. Это может быть ошибка при проектировании гидротехнического сооружения, некачественные ремонтные работы, использование некачественных материалов в строительстве, разрушение фундамента гидротехнического сооружения, терроризм и т.д. В таблице 1.1 представлены статистические данные по причинам аварий на гидротехнических сооружениях [3].

Таблица 1.1 – Причины аварийных ситуаций на ГТС

Причина	% возникновения
Разрушение основания ГТС	40
Неправильный водосброс	23
Неисправность конструкции	12
Неравномерная осадка	10
Большое давление на ГТС	5
Терроризм	3
Оползание откосов	2
Материалы с дефектом	2
Неправильная эксплуатация	2
Землетрясение	1

Из приведенной выше таблицы можно сделать вывод, что почти половина гидродинамических аварий, произошедших на гидротехнических сооружениях, является результатом разрушения основания самой гидротехнической конструкции. В редких случаях причинами являются стихийные бедствия [2].

1.3. Обзор крупнейших аварий на гидротехнических сооружениях

Аварии на гидротехнических сооружениях могут иметь катастрофические последствия.

Поражающими факторами аварий на гидротехнических сооружениях являются:

- затопление территории,
- волна прорыва.

Последствия аварий на гидротехнических сооружениях достаточно трудно предсказать.

Примеры крупнейших аварий на ГТС [4]:

1. 9 октября 1963 года произошла авария на плотине Вайонт в Италии. В водохранилище объемом 0,169 куб. км обрушился горный массив объемом 0,24 куб. км, что привело к переливу более 50 млн куб. м воды через плотину. Водяной вал высотой 90 м за 15 минут смыл несколько населенных пунктов, что привело к гибели более 2 тыс. человек. Причиной оползня стало поднятие горизонта грунтовых вод, вызванное строительством плотины.
2. 7 августа 1994 года в Белорецком районе Башкирии произошел прорыв плотины Тирлянского водохранилища и штатный сброс 8,6 млн куб. м воды. В зоне затопления оказалось четыре населенных пункта, 85 жилых домов были полностью разрушены, 200 домов — частично. В результате наводнения погибло 29 человек, 786 человек осталось без крова.
3. 18 августа 2002 года в районе немецкого города Виттенберга на реке Эльбе из-за сильного наводнения произошло разрушение семи защитных

дамб. Волна хлынула на город, пришлось срочно эвакуировать 40 тыс. человек. 19 жителей погибло, 26 пропало без вести.

4. В ночь на 11 февраля 2005 года в провинции Белуджистан на юго-западе Пакистана из-за мощных ливней произошел прорыв 150-метровой плотины ГЭС у города Пасни. В результате было затоплено несколько деревень, более 135 человек погибли.
5. 5 октября 2007 года на реке Чу во вьетнамской провинции Тханьхоа после резкого подъема уровня воды прорвало плотину строящейся ГЭС "Кыадат". В зоне затопления оказалось около 5 тыс. домов, 35 человек погибли.

Таким образом, можно говорить, что аварии на ГТС сопровождаются, как правило, затоплением больших территорий, существенными материальными потерями и человеческими жертвами.

2. Объект и методы исследования

2.1. Объект исследования

В данной работе рассматривается гидротехническое сооружение Кызыл-Таштыгского комбината в Республике Тыва.

Общество с ограниченной ответственностью «Лунсин» – дочерняя структура мощного китайского горнодобывающего холдинга Zijin Mining Group. ООО «Лунсин», занимающееся разработкой данного месторождения, было образовано в 2006 году. Zijin – один из ведущих производителей КНР по добычи полиметаллических руд, вторая по мощности после государственной горнодобывающей компании страны, имеющая филиалы и предприятия в двадцати провинциях Китая и восьми зарубежных странах.

В Тоджинском районе начал работу горно-богатительный комбинат на Кызыл-Таштыгском месторождении полиметаллов.

Численность организации на сегодняшний день – 986 человек. Из 986 работающих на Кызыл-Таштыгском ГОК 80 процентов являются жителями Тувы, включая самих тоджинцев, на землях которых открыт комбинат.

Тоджа — отдаленный район республики. Со столицей Тувы его связывает 270 километров.

Кызыл-Таштыгское полиметаллическое месторождение находится в центральной части хребта Обручева, в 200 километрах на северо-восток от столицы Тувы — Кызыла. Проектная строительная площадь — 480,9 гектара. На территории месторождения находится 47 рудных тел, объем балансовой руды — 12,920 миллионов тонн.

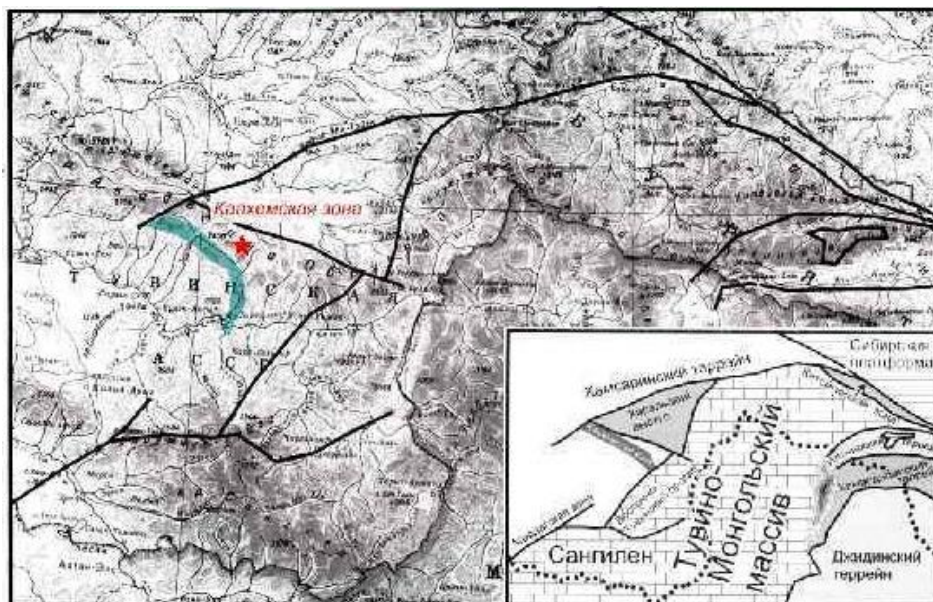


Рисунок 1 – Характерные черты геологического строения района
Кызыл-Таштыгского месторождения

Горно-обогатительный комбинат включает следующие основные производственные подразделения:

1. Подразделения по добыче полезных ископаемых (карьеры, шахты, рудники).
2. Транспортное подразделение, предназначенное для доставки добытой руды на обогатительную фабрику. Доставка руды на обогатительную фабрику может осуществляться с использованием различных транспортных систем и видов транспорта: автомобильного, железнодорожного, конвейерного, канатных дорог, рудоспусков, рудоскатов и других.
3. Подразделение по переработке добытого полезного ископаемого, которое представлено обогатительной фабрикой.
4. Общепроизводственные подразделения: энергохозяйство, хвостовое хозяйство, ремонтно-механический цех, другие необходимые подразделения.

В данной работе более подробно будет рассмотрено хвостовое хозяйство. В состав хвостового хозяйства обогатительной фабрики входят

следующие объекты:

- пульпонасосная станция №3;
- хвостохранилище;
- плавучая насосная станция оборотного водоснабжения;
- дренажная насосная станция;
- сооружения отвода поверхностных вод;
- аварийный водосброс;
- пульпопроводы и водоводы оборотной воды.



Рисунок 2 – Схема хвостового хозяйства Кызыл-Таштыгского месторождения: 1 – граница укладки геомембраны; 2 – крепление откосов георешеткой; 3 – ось дамбы хвостохранилища; 4 – бетонные блоки

При проектировании вышеперечисленных объектов учтены следующие правила:

- все обслуживающие площадки, переходные мостики и лестницы снабжены перилами высотой 1 метр с перекладиной и сплошной обшивкой по низу перил на высоту 0,15 м;
- здания и сооружения обеспечены молниезащитой;
- лестницы к рабочим площадкам и механизмам выполнены с углом

наклона: постоянно-эксплуатируемые – 45°, посещаемые 1-2 раза в смену – 60°, в зумпфах и колодцах – 90°. Ширина лестниц 0,7 м, высота ступеней – 0,3 м, ширина ступеней – 0,25 м. Все ступени лестниц и площадок выполнены из рифленого металла;

- все монтажные проемы, прямки, зумпфы, колодцы, канавы ограждены перилами высотой 1 м со сплошной обшивкой по низу перил на высоту 0,15 м или перекрыты настилами по всей поверхности и в необходимых местах снабжены переходными мостиками шириной 1 м;

- трубы и другие коммуникации не загромождают рабочие площадки, а в случаях пересечения ими проходов и рабочих площадок размещены на высоте 2 м от уровня пола;

- минимальное расстояние между машинами и аппаратами и от стен до габаритов оборудования: на основных проходах – 1,5 м, при рабочих проходах между машинами – 1 м, при рабочих проходах между стеной и машинами – 0,7 м;

- для обслуживания запорной арматуры, не имеющей дистанционного управления и пользования контрольно-измерительными приборами, устроены стационарные площадки;

- стены, потолки и внутренние конструкции имеют поверхность и покрытия, обеспечивающие легкую уборку;

- все объекты оборудованы комплексом технических средств, обеспечивающих контроль и управление технологическими процессами и безопасность работ, в том числе телефонной связью с диспетчером.

При проектировании хвостового хозяйства учитывались следующие требования:

- все движущиеся части машин и оборудования ограждены;
- предусматривается сигнализация для оповещения об аварийном отключении насосов и переполнении хвостовых зумпфов;
- дренажная система пульпонасосной станции имеет доступ для осмотра и очистки;

- объем аварийного зумпфа обеспечивает прием пульпы в случае аварийной остановки предприятия;
- трасса пульпопроводов и водоводов оборотной воды доступна для обслуживания;
- служебный мостик, соединяющий аварийный водосброс с дамбой хвостохранилища, оборудован оградой.

2.2. Методы исследования

Анализ риска аварий рекомендуется проводить при разработке [5]:

- проектной документации на строительство или реконструкцию ОПО;
- документации на техническое перевооружение, капитальный ремонт, консервацию и ликвидацию ОПО;
- декларации промышленной безопасности ОПО;
- обоснования безопасности ОПО;
- плана мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на ОПО;
- плана мероприятий по снижению риска аварий и других документов в составе документационного обеспечения систем управления промышленной безопасностью.

При проведении анализа риска аварий рекомендуется последовательно выполнять следующие этапы [5]:

- планирования и организации работ, сбора сведений;
- идентификации опасностей;
- оценки риска аварий на ОПО и (или) его составных частях;
- установления степени опасности аварий на ОПО и (или) определения наиболее опасных (с учетом возможности возникновения и тяжести последствий аварий) составных частей ОПО;
- разработки (корректировки) мер по снижению риска аварий.

На этапе оценки риска аварий в зависимости от поставленных задач могут применяться методы количественной оценки риска аварий, являющиеся приоритетными, методы качественной оценки риска аварий или

их возможные сочетания (полуколичественная оценка риска аварий). Рекомендуется последовательно выполнить качественную и (или) количественную оценки [5]:

- возможности возникновения и развития инцидентов и аварий;
- тяжести последствий и (или) ущербов от возможных инцидентов и аварий;
- опасности аварий и связанных с ними угроз в значениях показателей риска.

На этапе проектирования и эксплуатации гидротехнического сооружения целью анализа риска может быть:

- идентификация возможных опасностей и оценка риска аварий ГТС для принятых проектных решений;
- обоснование допустимости (приемлемости) риска аварий проектируемого ГТС для персонала, населения, имущества и окружающей природной среды территории;
- обеспечение информацией для разработки инструкций по обеспечению безопасности проектируемого ГТС, планов ликвидации аварийных ситуаций, планов действий в чрезвычайных ситуациях (ЧС) и т.д.;
- обоснование страховых тарифов и ставок для заключения договора страхования гражданской ответственности объекта - владельца ГТС;
- разработка декларации безопасности проектируемого сооружения.

3. Практическая часть

3.1. Анализ основных причин реализации ЧС на гидротехнических сооружениях

Наиболее значимые для безопасности контролируемые показатели состояния ГТС и его влияния на окружающую среду – это диагностические показатели.

Диагностические количественные показатели:

- уровни воды в отстойном пруду;
- максимальные отметки пляжа хвостов у ограждающей дамбы;
- физико-механические характеристики грунтов тела и основания ограждающей дамбы (в том числе прочностные), определяемые в случаях, когда выявлены возрастающие или незатухающие во времени деформации отдельных участков дамбы и ее основания;
- общий фильтрационный расход через тело и основание дамбы;
- мутность воды в дренажном коллекторе;
- уровни воды в пьезометрах;
- превышение гребня ограждающей дамбы над уровнем воды в пруду-отстойнике;
- геометрические параметры ограждающей дамбы (в том числе длина пляжа намывного экрана со стороны верхового откоса, заложение низового откоса);
- осадки и смещения тела и основания ограждающей дамбы, их характер и динамика;
- объем и физико-химический состав осветленной воды в отстойном пруду;
- физико-химический состав подземных вод;
- параметры пульпы (расход, консистенция, грансостав хвостов, плотность частиц хвостов);
- толщина стенки магистральных и распределительных пульповодов;
- минимальная глубина воды у плавучей насосной станции;

- максимальная пропускная способность водоотводного канала и нагорной канавы;

- уровень воды в конце водоотводного канала и нагорной канавы;

- геометрические параметры водоотводного канала и нагорной канавы.

Качественные показатели:

- наличие и развитие просадок или пучения грунта на гребне дамб;

- наличие сосредоточенных ходов фильтрации (грифоны в нижнем бьефе и на низовом откосе);

- наличие локальных оползней (обрушений) откосов;

- наличие полостей и каверн в основании и теле сооружений;

- наличие и развитие трещин в зонах сопряжения элементов сооружений и оснований с различными физико-механическими и фильтрационными свойствами;

- появление выноса грунта из тела сооружения с образованием конусов выноса, образование обширных ходов фильтрации;

- наличие водороев, промоин, оврагов, намыва грунта в виде гряд и валов;

- наличие трещин в теле дамб (стабилизировавшиеся или нет, продольные или поперечные, поверхностные или глубинные, формирующие тело обрушения или нет);

- проявление процесса фильтрации в виде мокрых пятен, наледи зимой, луж, болот, высачивания воды, ключей, грифонов, ручьев;

- наличие мерзлого грунта или снега на поверхности в пределах намывного экрана перед его намывом;

- образование промоин в намытом грунте или застойных зон, где возможно отложение мелких фракций;

- выпор грунта на откосе или у подошвы дамбы;

- мутность воды в зоне забора воды;

- состояние и целостность водосбросного коллектора и шахтного колодца аварийного водосброса;

- наличие контактной фильтрации вдоль трубы водосбросного коллектора;
- наличие трещин, разрушения бетона, обнажения арматуры и других повреждений в облицовке каналов;
- раскрытие строительных швов в облицовке каналов;
- состояние оболочки пульпопроводов или водоводов (изоляции, антикоррозийной окраски, теплоизоляции);
- герметичность стыков, швов, фланцевых соединений;
- состояние и работа сальниковых компенсаторов, трубопроводной арматуры;
- осадки и деформации водоводов и пульпопроводов, состояние опорных устройств;
- состояние и работа насосных станций;
- состояние водоотводящего канала и нагорной канавы, готовность водоотводящего канала и нагорной канавы к пропуску паводка (отсутствие снега, льда, заиления или посторонних предметов в живом сечении каналов);
- состояние горизонтального дренажа;
- соответствие параметров технологии складирования проекту.

Гидродинамическая авария на хвостохранилище может произойти при условии, если дамба перестанет выполнять свою водоудерживающую функцию. Теоретически возможны следующие причины, по которым дамба может утратить свою функциональность:

- появление опасных повреждений в ограждающей дамбе;
- переполнение хвостохранилища.

Вероятна следующая динамика развития аварийных ситуаций:

- перелив воды из хвостохранилища через гребень дамбы с частичным ее размывом;
- обрушение дамбы в виде частичного оползня;
- местный прорыв дамбы с растеканием воды из хвостохранилища;
- выход фильтрационного потока с выносом грунта из тела или

основания дамбы.

Опасные повреждения или переполнение хвостохранилища являются, в свою очередь, следствием событий или причин различного характера. К таким событиям или причинам могут быть отнесены:

- ошибки в конструкции дамбы и других сооружений;
- ошибки в расчетах;
- недостаточность в идентификации физико-механических и теплофизических характеристик грунтов тела и основания дамбы;
- ошибки в строительстве и эксплуатации;
- внешние динамические воздействия экстраординарного характера.

3.2. Моделирование типовых сценариев развития ЧС

Основные сценарии возникновения и развития аварии на хвостохранилище иллюстрирует рисунок 3.

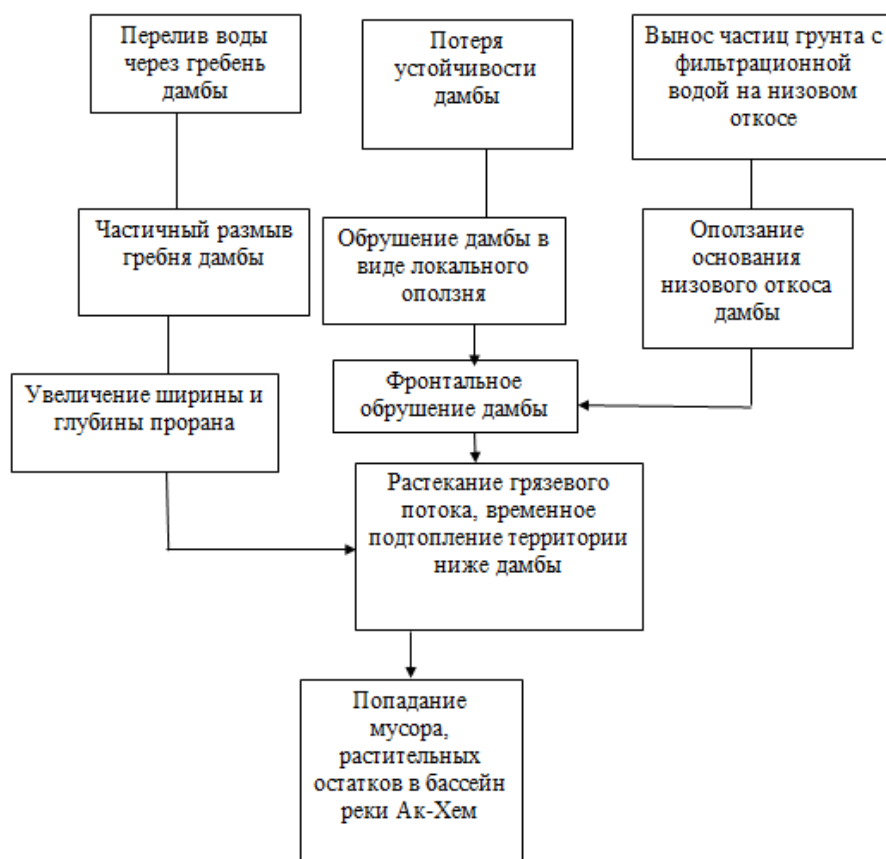


Рисунок 3 – Блок-схема анализа вероятных сценариев развития аварий на дамбе хвостохранилища

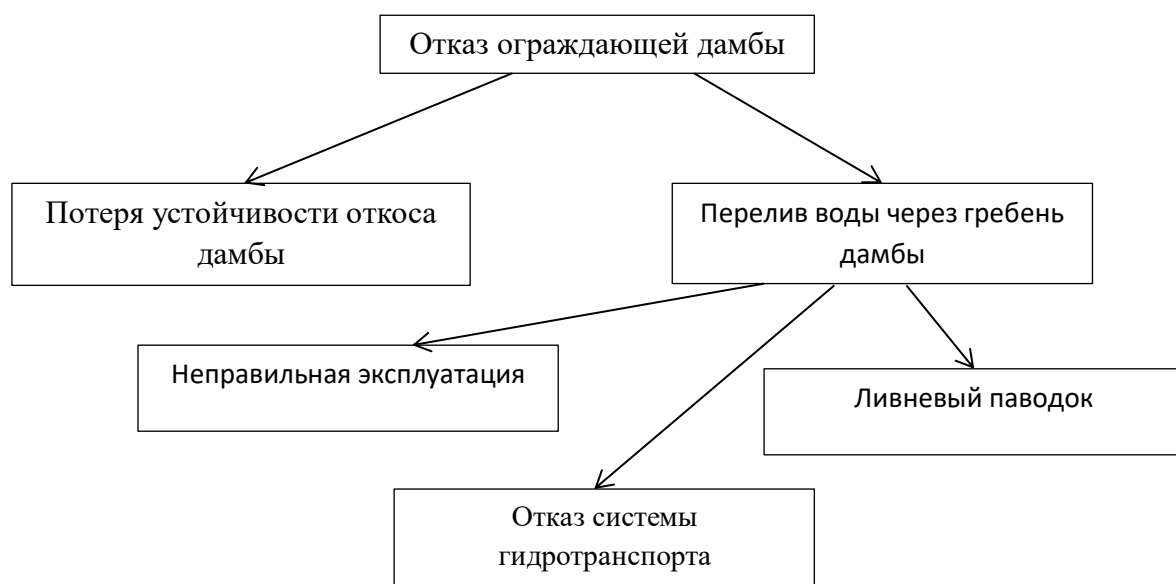


Рисунок 4 – Блок-схема причины отказа ограждающей дамбы
хвостохранилища

По трассе пульпопровода и водовода оборотного водоснабжения могут возникнуть аварийные ситуации при деформации оснований (оползни, просадки), что приведет к порыву трубопровода растеканию пульпы и воды из трубопроводов. Неисправность трубопроводной арматуры по трассе или перемораживание трубопроводов также может привести к аварийной ситуации.

Чрезвычайные ситуации рассмотренных видов возможны при крайне неблагоприятном стечении непредусмотренных проектом факторов природно-климатического и эксплуатационного характера. Региональная чрезвычайная ситуация не вызывает катастрофических последствий, при данном виде аварий наносится локальный ущерб в виде частичного излива воды из хвостохранилища, загрязнения бассейна реки Ак-Хем.

Основная задача анализа риска аварий заключается в выявлении максимального возможного, по тяжести последствий, потенциального риска, оценка его приемлемости и разработка рекомендаций по уменьшению риска.

Требованиями настоящего раздела предусматривается оценка риска для заранее определенного события – гидродинамической техногенной аварии на ГТС. В соответствии с последними требованиями риск анализируется с

учетом возможности диверсионного акта.

К основным гидротехническим сооружениям, разрушение которых способно вызвать аварийную ситуацию, на основании анализа их ответственности можно отнести ограждающую дамбу и водоотводные сооружения.

Основными причинами возникновения аварий и чрезвычайных ситуаций могут быть:

- прорыв дамбы;
- обрушение откосов водоотводных сооружений во время паводка или землетрясения.

Условия, способствующие созданию аварийной ситуации – это несоблюдение требований проекта строительства, нарушение строительных норм при сооружении дамбы и водоотводных сооружений, недоучет всех негативных явлений и специфики инженерно-геологических условий, нарушение правил эксплуатации хвостохранилища.

Анализ аварий, произошедших на хвостохранилищах, расположенных в суровых климатических условиях, конструктивных особенностей гидротехнических сооружений и накопителя в целом, а также природно-климатических, геологических условий района позволяет выявить основные причины возникновения гидродинамической аварии, ведущие к разрушению дамбы:

1. Переполнение емкости хвостохранилища, в результате которого может произойти перелив воды через гребень дамбы;
2. Фильтрация через основание дамбы, сопровождающаяся выносом грунта;
3. Фильтрация через тело дамбы, сопровождающаяся выносом грунта;
4. Потеря устойчивости низового откоса дамбы;
5. Значительная деформация дамбы в результате повышенной фильтрации через ее основание и просадок оттаявших рыхлых грунтов;
6. Разрушение дамбы в результате внешнего воздействия (например,

землетрясения, военных действий, террористического акта и пр.).

Редким можно считать разрушение дамбы в результате диверсии, т.к. горно-обогатительный комплекс расположен в необжитом районе, транспортное сообщение с которым весьма затруднено. Кроме того, осуществление диверсии потребует значительного количества взрывчатых веществ. Подготовка к теракту будет замечена эксплуатационным персоналом и охраной промплощадки.

С учетом вышеизложенного, причины и опасные повреждения ГТС и их элементов, которые могут привести к возникновению гидродинамической аварии в результате разрушения дамбы, отражены в таблице 3.1, приведенной ниже.

Таблица 3.1 – Сценарии возможных аварий на ГТС хвостохранилища

Сценарии аварий	Условия, которые могут привести к реализации события
1	2
1 Переполнение емкости хвостохранилища с переливом воды через гребень ограждающей дамбы	<p>Событие может произойти при стечении таких обстоятельств, как: подъём уровня воды в хвостохранилище (заполнено до проектных отметок, пульпа не сбрасывается) с переливом воды через гребень ограждающей дамбы выше отметки ФПУ в паводковый период; выход из строя аварийного водосброса; отказ насосного оборудования; отсутствие контроля за уровнем воды в хвостохранилище со стороны эксплуатационного персонала.</p> <p>Событие может произойти на конечный момент заполнения ёмкости.</p> <p>Весь объем воды, сброшенной из хвостохранилища, выльется на прилегающую территорию. Данный тип аварии является маловероятным. Частота реализации – 0,001-0,0001 случаев/год и возможен только на конечный момент эксплуатации хвостохранилища</p>

2 Сосредоточенная фильтрация через тело дамбы, сопровождающаяся выносом грунта	Приконтактная фильтрация через тело ограждающей дамбы, сопровождающаяся суффозией, может быть вызвана некачественным выполнением работ по сопряжению коллектора с грунтами тела дамбы в случае нарушения противофильтрационного экрана из геомембраны. Может произойти в районе аварийного водосброса на конечном этапе заполнения хвостохранилища. Этот тип аварии является возможным (0,01-0,001случаев/год)
3 Потеря ограждающей дамбой устойчивости	Ограждающая дамба хвостохранилища отсыпана из вскрышных пород с устройством противофильтрационного экрана из геомембраны. На низовом откосе устроена дренажная призма из скального грунта, горизонтальный трубчатый дренаж для сбора профильтровавшейся воды и перекачки её в хвостохранилище. Условия, которые могут привести к нарушению устойчивости дамбы: подъем депрессионной кривой в теле дамбы выше предельно допустимых отметок в случае нарушения целостности противофильтрационного экрана, промерзания дренажа в нижнем бьефе дамбы, что приведет к подъему кривой депрессии, замачиванию и обрушению низового откоса дамбы. Поверочные расчеты устойчивости показали, что устойчивость дамбы для всех расчетных случаев обеспечивается ($K_u=2,11$ – основной, 1,855 – особый, 1,94 – строительный). Данный тип аварии является маловероятным . Частота реализации – 0,001-0,0001 случаев/год

<p>4 Недостаточная пропускная способность водоотводящего канала и нагорной канавы</p>	<p>Пропускная способность сооружений обычно снижается из-за засорённости и наличия посторонних предметов в сечении (веток, обвалов грунта, шуги), деформаций конструктивных элементов или их разрушения при долговременной эксплуатации без надлежащего проведения ремонтных или профилактических работ. Данный тип аварии не приведет к развитию гидродинамической аварии, но может являться усугубляющим фактором при возникновении прочих источников опасности.</p> <p>Частота реализации – 0,0001-0,00001 случаев/год</p>
<p>5 Размыв ограждающей дамбы при порыве распределительного пульпопровода</p>	<p>При нарушении целостности распределительного пульпопровода, проложенного по гребню дамбы хвостохранилища, возможен только излив пульпы на гребень дамбы и образование небольших промоин на верховом откосе, т. к. защитный слой геомембраны отсыпан из щебенисто-дресвяного грунта.</p> <p>Данный тип аварии является редким (0,0001-0,00001) случаев/год), прорабатывается в ПЛА и ликвидируется обслуживающим персоналом</p>
<p>6 Внешние воздействия социального характера</p>	<p>События связанные с вмешательством посторонних лиц в работу ГТС, не имеют смысла, т. к. ГТС хвостохранилища не являются объектом стратегического значения, в нижнем бьефе нет населенных пунктов.</p> <p>Данный тип аварии является редким.</p> <p>Частота реализации – 0,0001-0,00001 случаев/год</p>

Переполнение емкости хвостохранилища и перелив воды через гребень дамбы может произойти в результате поступления поверхностного стока сверх расчетной обеспеченности	Вероятно, так как проектная максимальная отметка заполнения ниже отметки гребня дамбы на 2,0 м, что создает аккумулирующую емкость
Фильтрация через основание дамбы с выносом частиц грунта	Маловероятна, так как ложе хвостохранилища экранировано полиэтиленовой пленкой (геомембраной)
Фильтрация через тело дамбы с выносом частиц грунта при промерзании дренажа в нижнем бьефе и подъеме кривой депрессии	Маловероятна, так как верховой откос экранирован полиэтиленовой пленкой (геомембраной)
Потеря устойчивости низового откоса дамбы при промерзании дренажа в нижнем бьефе и подъеме поверхности депрессии	Маловероятна, так как расчетный коэффициент устойчивости низового откоса дамбы в талом состоянии при основном и особом сочетании нагрузок больше нормативного, а при промерзании низового откоса его устойчивость увеличивается
Разрушение плотины в результате внешнего воздействия (военные действия, террористического акта, землетрясения)	Редкое

Вероятности возникновения данных сценариев аварийной ситуации были получены экспертным методом.

Рассматривая вышеприведенные сценарии в качестве наиболее вероятных, следует отметить, что вероятность их наступления и развития

имеет различную количественную оценку, которая зависит от многих факторов. Основными из них являются:

- качество проектирования и строительства;
- качество мониторинга состояния сооружений на этапах строительства и эксплуатации.

Для ГТС хвостохранилища безопасность сооружений, с точки зрения проекта, обеспечена выполнением соответствующих технических решений по всем его сооружениям. Гидродинамическая авария возможна в результате действий эксплуатационного персонала или действия стихии.

При выполнении службой эксплуатации хвостохранилища требований действующих норм и правил, качественном выполнении строительных работ, своевременном выявлении предаварийного (предельного) эксплуатационного состояния безопасность хвостохранилища обеспечивается.

На основании «Положения о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [6], аварийная ситуация первого вида, приводящая к растеканию грязевого потока и временному подтоплению территории ниже хвостохранилища, относится к локальной чрезвычайной ситуации. Чрезвычайная ситуация первого вида, приводящая к частичному загрязнению водного бассейна реки Ак-Хем относится к региональным чрезвычайным ситуациям.

Чрезвычайные ситуации рассмотренных видов возможны при крайне неблагоприятном стечении непредусмотренных проектом факторов природно-климатического и эксплуатационного характера. Локальная чрезвычайная ситуация не вызывает катастрофических последствий, при данном виде аварий.

4. Результаты и их обсуждение

Экспертная оценка факторов и событий, приводящих к ЧС

Гидродинамическая авария на хвостохранилище может произойти при условии, если дамба перестанет выполнять свою водоудерживающую функцию. Теоретически возможны следующие причины, по которым дамба может утратить свою функциональность:

- появление опасных повреждений в ограждающей дамбе;
- переполнение хвостохранилища.

Вероятна следующая динамика развития аварийных ситуаций:

- перелив воды из хвостохранилища через гребень дамбы с частичным ее размывом;

- обрушение дамбы в виде частичного оползня;
- местный прорыв дамбы с растеканием воды из хвостохранилища;
- выход фильтрационного потока с выносом грунта из тела или основания дамбы;

- ошибки в строительстве и эксплуатации;
- в результате катастрофического ливневого паводка;
- внешние динамические воздействия экстраординарного характера.

Аварийные ситуации в пульпонасосной станции и насосной станции обратного водоснабжения могут возникнуть в результате отключения электроэнергии, выхода из строя оборудования.

Аварийные ситуации на трассах пульпопроводов и водоводов обратной воды могут возникнуть в результате разрыва трубопровода, отказа запорной арматуры, гидравлического удара.

При отключении электроэнергии на объектах с целью исключения аварийных ситуаций все электроприемники относятся к I, II и III категориям по надежности и бесперебойности снабжения. Электроприемники I и II категорий обеспечены электроэнергией от двух независимо взаимно резервирующих источников питания.

Для электроприемников I категории перерыв их электроснабжения при

нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания. Для II категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания. Для приемников III категории электроснабжение может выполняться от одного источника питания при условии, что перерывы электроснабжения, необходимые для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, не превышают 1 суток с целью исключения аварийных ситуаций.

При землетрясении для обеспечения безопасности людей в проекте использованы материалы, конструкции и конструктивные схемы, обеспечивающие наименьшие значения сейсмических нагрузок.

Последствия аварий на гидротехнических сооружениях

Последствия аварий на гидротехнических сооружениях предсказать очень сложно. Основные последствия включают в себя: сильное затопление района, гибель людей, разрушение функционирующих районов.

Потенциально опасные объекты (канализационные системы, места хранения мусора, объекты, в которых хранятся химические и биологические вещества) могут попасть в зону затопления. При их разрушении возникает сложная санитарно-эпидемическая ситуация. Это будет относиться к вторичным последствиям гидродинамических аварий.

Последствия аварий на гидродинамических конструкциях могут сопровождаться побочными эффектами. В зоне катастрофических наводнений могут быть опасные производственные объекты (химические, взрывоопасные и пожароопасные), аварии на которых усугубят ситуацию. Кроме того, в зоне катастрофического наводнения нарушена работа систем водоснабжения, канализации и дренажа. Все это создает неблагоприятную санитарно-эпидемическую ситуацию и способствует возникновению массовых инфекционных заболеваний.

4.1. Расчет вероятных зон действия поражающих факторов

Гидродинамическая авария - авария на гидротехническом сооружении (ГТС), связанная с распространением воды на высокой скорости и создающая угрозу техногенной аварии.

Плотина образует закрывающий канал (узкий канал в теле плотины), размер которого зависит от объема и скорости падающих вод выше по течению от нижнего по течению объекта гидродинамической угрозы, а также от параметров обрыва волны.

Основными поражающими факторами катастрофического наводнения являются: волна прорыва, характеризующаяся высотой и скоростью движения волны, а также продолжительностью наводнения [7].

Схематично продольный разрез такой сформировавшейся волны показан на рис. 4.1.



Рисунок 4.1. Схематический продольный разрез волны прорыва

Параметры волны прорыва зависят от гидрологических и топографических условий реки и характеризуются на расстоянии L (км) от ГТС высотой гребня h (м) и скоростью v (м/с), определяемыми по формулам:

$$h = \frac{A_h}{\sqrt{B_h + L}}$$

$$v = \frac{A_v}{\sqrt{B_v + L}}$$

где A_h , B_h , A_v , B_v – коэффициенты, зависящие от высоты уровня воды в верхнем бьефе плотины (уровня воды в водохранилище) H_0 (м), гидравлического уклона реки i (превышение высоты уровня реки h_0 (м) на 1000 м длины) и относительной ширины прорана B , значения которых приведены в приложение 1, табл. 1.

Время прихода гребня $\tau_{гр}$ (ч) и фронта $\tau_{ф}$ (ч) волны прорыва определяются по табл. 2 в приложение 1 в зависимости от уровня воды в водохранилище H_0 (м), уклона реки i и удаленности створа объекта от ГТС L (км).

Продолжительность затопления территории объекта $\tau_{зат}$ (ч) определяется по формуле:

$$\tau_{зат} = \beta \cdot (\tau_{гр} - \tau_{ф}) \cdot \left(1 - \frac{h_m}{h}\right)$$

где β – коэффициент, зависящий от высоты плотины (уровня воды в водохранилище) H_0 , м, гидравлического уклона реки i и расстояния до объекта L , км (приложение 1, табл. 3);

h_m – высота месторасположения объекта, м.

h – высота гребня, м.

В зависимости от скорости движения v (м/с) и глубины затопления h_z (м), равной $h_z = h - h_m$, степень разрушения зданий и сооружений будет различной (приложение 1, табл. 4).

Описание расчетной ситуации

В результате непроизвольного подъема заслонки шлюза на гидроузле образовался проран с относительным размером $B = 1$. На расстоянии $L = 200$ км вниз по течению реки расположен город. Высота уровня воды перед плотинной $H_0 = 80$ м, высота месторасположения города $h_m = 13$ м,

гидравлический уклон реки $i = 1 \cdot 10^{-3}$, глубина реки в нижнем бьефе $h_0 = 1407$ м.

Нужно оценить степень разрушения зданий (деревянных домов, кирпичных малоэтажных зданий и кирпичных домов средней этажности) и дорог в городе, железнодорожных и автомобильных мостов.

1. Находим высоту гребня h (м) и скорость v (м/с) волны прорыва, используя данные приложение 1, табл. 1:

$$h = \frac{300}{\sqrt{60 + 200}} = 18,61 \text{ м}$$

$$v = \frac{62}{\sqrt{29 + 200}} = 4,1 \text{ м/с}$$

2. Определяем время прихода гребня $\tau_{гр}$ (ч) и фронта $\tau_{ф}$ (ч) волны прорыва, интерполируя приведенные в табл. 2, приложение 1 данные для $L = 200$ км, $H_0 = 80$ м и $i = 1 \cdot 10^{-3}$,

$$\tau_{гр} = 4 \text{ ч}, \tau_{ф} = 3 \text{ ч}.$$

3. Продолжительность затопления территории города и завода $\tau_{зат}$ (ч), предварительно определив по табл. 3, приложение 1 для $\frac{i \cdot L}{H_0} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 200000}{80} = 2,5$ м и $H_0 / h_0 = 80/8 = 10$ значение $\beta = 8,3$,

$$\tau_{зат} = 8,3 \cdot (4 - 3) \cdot \left(1 - \frac{13}{18,61}\right) \approx 2,49 \text{ ч}.$$

4. Оценим степень разрушений в городе (см. приложение 1, табл. 4). При скорости движения волны прорыва $v = 4,1$ м/с и глубине затопления $h_3 = h - h_m = 18,61 - 13 = 5,61$ м.

Разрушения:

- деревянные дома получают сильные разрушения;
- кирпичные малоэтажные здания получают сильные разрушения;
- кирпичные дома средней этажности получают сильные разрушения;
- дороги в городе получают сильные разрушения;

- железнодорожные и автомобильные мосты получают сильные разрушения.

4.2. Разработка рекомендаций по снижению вероятности реализации ЧС

Для снижения вероятности возникновения аварии на гидротехнических сооружениях горно-обогатительного комбината следует принять следующие меры:

- строительство горизонтального дренажа с возвратом воды в хвостохранилище;
- строительство канала для отвода поверхностных вод от территории хвостохранилища;
- замыв ложа хвостохранилища хвостами и намыв экрана из хвостов на верховом откосе ограждающей дамбы.

Для контроля за состоянием дамб и своевременного предотвращения их деформаций предусмотрена контрольно-измерительная аппаратура (КИА) в соответствии с требованием СНиП 2.06.05-84* [8], контрольно-наблюдательные скважины для отбора проб грунтовых вод для ведения натурных наблюдений в объеме, предусмотренном для сооружений соответствующего класса.

Для снижения ущерба окружающей среде в районе хвостохранилища в период эксплуатации рудника необходимо предусмотреть выполнение следующих мероприятий:

- производить тщательный контроль работы пульпопроводов и водоводов оборотной воды, своевременно заменять изношенные участки трубопроводов;
- регулярно обследовать и проводить ремонт водоотводных сооружений;
- не допускать загрязнения почв в результате движения транспорта по обслуживанию сооружений хвостохранилища.

Для предотвращения развития аварий на ГТС необходимо руководствоваться требованиями СНиП, ПБ. При выполнении всех требований риск гидродинамической аварии может быть сведен к минимуму.

Предусмотренные в проекте мероприятия по выполнению всех технологических проектных решений в процессе строительства и ведение мониторинга безопасности ГТС в системе комплексного мониторинга окружающей природной среды будут способствовать повышению надежности ГТС и предотвращению их отрицательного воздействия на окружающую среду.

При ведении мониторинга безопасности эксплуатационная надежность и безопасность ГТС хвостового хозяйства возрастут.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Суть выпускной квалификационной работы заключается в оценке риска чрезвычайных ситуаций на гидротехнических сооружениях горнообогатительного комбината. Для этого в выпускной квалификационной работе проводится изучение особенностей деятельности комбината, анализ причин аварии на производстве, а также предложение мероприятий по обеспечению безопасной работы, с помощью которых возможно минимизация данных рисков.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является выявление территориальных рисков и разработка мероприятий, отвечающим современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Задачами, обеспечивающими реализацию поставленной цели, являются:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

5.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам.

Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Таблица 5.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	Б _{к3}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}	К _{к3}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
Возможность внедрения устройства в единую систему автоматики	0,05	5	3	2	1	0,25	0,15	0,1	0,05
Удобство в эксплуатации	0,2	3	2	3	5	0,6	0,4	0,6	1
Стабильность срабатывания	0,2	4	2	3	4	0,8	0,4	0,6	0,8
Компактность	0,25	5	2	4	4	0,75	1,25	1	1
Безопасность	0,05	5	3	2	3	0,25	0,15	0,1	0,15
Экономические критерии оценки эффективности									
Цена	0,15	5	4	2	1	0,75	0,6	0,3	0,15
Затраты на ремонт	0,1	5	4	3	5	0,5	0,4	0,3	0,5
Итого	1	32	20	19	23	3,9	3,35	3	3,65

Где сокращения: Б_ф- экспертный метод; Б_{к1} – статистический метод; Б_{к2}- аналитический метод.; Б_{к3}- комбинированный метод.

Анализ конкурентных технических решений определили по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки; V_i – вес показателя, в долях единицы; B_i – балл i -го показателя.

Экспертный метод основывается на обработке мнений предпринимателей или специалистов с опытом в данной области знаний.

Опираясь на полученные данные, следует сказать, что преимущество данного метода оценки риска заключается в возможности его применения для неповторяющихся событий и в условиях недостаточного количества статистических данных, требующихся для выявления вероятностей. Так как этот метод затрачивает минимум времени на свою реализацию, он является основным для российских компаний.

5.1.3. SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 5.2 – Матрица SWOT

<p>Strengths (сильные стороны)</p> <p>S1. Богатый природно-ресурсный потенциал.</p> <p>S2. Концентрация металлургического производства.</p> <p>S3. Наличие разнообразных природных ресурсов.</p> <p>S4. Эффективное управление (минимизация издержек).</p> <p>S5. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Weaknesses (слабые стороны)</p> <p>W1. Низкая экологичность производства.</p> <p>W2. Высокий износ оборудования.</p> <p>W3. Вывод из эксплуатации устаревших мощностей и невозможность их замены новым оборудованием.</p> <p>W4.Необходимость вкладывать значительные ресурсы в исследование новых месторождений.</p>
<p>Opportunities (возможности)</p> <p>O1. Сохранение конкурентоспособности на рынке.</p> <p>O2. Расширение рынка сбыта.</p> <p>O3. Поддержка государства в развитии горной промышленности.</p> <p>O4. Повышение курса иностранной валюты (рост прибыли, т. к цена зависит от мировых котировок).</p> <p>O5. Эффективная реализация научно-технической политики компании.</p>	<p>Threats (угрозы)</p> <p>T1. Рост цен на сырье и энергоносители.</p> <p>T2. Рост конкуренции.</p> <p>T3. Неопределенность политической и экономической ситуации.</p> <p>T4. Рост государственного налогообложения.</p> <p>T5. Проблема с поставками оборудования для модернизации производства.</p>

Таблица 5.3 – Связь сильных сторон с возможностями

	S1	S2	S3	S4	S5
O1	+	+	+	+	-
O2	+	+	+	+	-
O3	+	-	+	-	-
O4	-	-	+	-	-
O5	+	+	+	+	+

Таблица 5.4 – Связь слабых сторон с возможностями

	W1	W2	W 3	W4
O1	-	-	-	-
O2	-	-	-	-
O3	-	-	+	+
O4	-	-	-	-
O5	-	-	-	-

Таблица 5.5 – Связь сильных сторон с угрозами

	S1	S2	S3	S4	S5
T1	-	-	-	-	-
T2	-	-	+	-	-
T3	-	-	-	-	-
T4	-	-	-	-	-
T5	-	-	-	+	-

Таблица 5.6 – Связь слабых сторон с угрозами

	W1	W2	W 3	W4
T1	-	-	-	+
T2	+	-	-	+
T3	-	-	-	+
T4	-	-	-	+
T5	-	+	+	-

На основании произведенного SWOT-анализа можно сделать вывод, что объединение сильных сторон и возможностей среды позволит преодолеть слабые стороны, а также устранить угрозы или уменьшить их влияние. С целью установить связь между выявленными сильными и слабыми

сторонами, а также возможностями и угрозами формируется матрица SWOT, которая имеет вид таблицы 5.2. Иными словами установление этой связи характеризует стратегические и тактические возможности организации.

5.2. Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в табл. 5.7.

Таблица 5.7 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Разработка технического задания	Руководитель
	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер

Теоретическая подготовка	3	Выбор напр. исслед.	Руководитель, Инженер
	4	Календарное планирование работ по проекту	Руководитель, Инженер
	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
Проведение расчетов и их анализ	6	Построение моделей и проведение экспериментов	Инженер
	7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер
	8	Оценка эффективности полученных результатов исполнителя	Руководитель, Инженер
Обобщение и оценка результатов	9	Определение целесообразности проведения ВКР	Руководитель, Инженер

5.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ож\ i}$ используем следующую формулу:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min\ i} + 2t_{\max\ i}}{5}$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

По всем работам результаты расчета продолжительности в рабочих днях представлены в таблице 5.8.

5.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Для определения календарных дней выполнения работы необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Расчет трудоемкости и продолжительности работ, на примере задачи «Разработка технического задания»:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 3}{5} = 1,8$$

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} = \frac{1.8}{1} = 1.8 \text{ раб. дней}$$

Расчет календарного коэффициента для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 104 - 14} = 1,48$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы, на примере задачи «Подбор и изучение материалов по теме»:

$$T_{ki.\text{инж}} = T_{pi} * k_{\text{кал}} = 1,8 * 1,48 = 2,66 \approx 3 \text{ кал. дней}$$

Расчет календарного коэффициента для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$k_{\text{кал.рук}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 66 - 14} = 1,28$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы, на примере задачи «Разработка технического задания»:

$$T_{ki.\text{рук}} = T_{pi} * k_{\text{кал}} = 1,8 * 1,28 = 2,3 \approx 2 \text{ кал. дня}$$

Все полученные значения в календарных днях округляются до целого числа, а затем сводятся в таблицу 5.8.

Таблица 5.8 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность		Длительность	
	$t_{\min},$		$t_{\max},$		$t_{\text{ож}i},$		работ в		работ в	
	чел-дни		чел-дни		чел-дни		рабочих днях		календарных	
							T_{pi}		днях T_{ki}	
	Руководите ль	Инженер	Руководите ль	Инженер	Руководите ль	Инженер	Руководите ль	Инженер	Руководите ль	Инженер

Продолжение таблицы 5.8

Разработка технического задания	1	-	3	-	1,8	-	1,8	-	2	-
Подбор и изучение материалов по теме	-	13	-	19	-	15,4	-	15,4	-	23
Выбор напр. исслед.	4	4	6	6	4,8	4,8	2,4	2,4	3	4
Календарное планирование работ по проекту	3	2	6	4	4,2	2,8	2,1	1,4	3	2
Проведение теоретических расчетов и обоснований	-	7	-	10	-	8,2	-	8,2	-	12
Построение моделей и проведение экспериментов	-	17	-	21	-	18,6	-	18,6	-	27
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	2	2	4	6	2,8	3,6	1,4	1,8	2	3
Оценка эффективности полученных результатов исполнителя	-	2	-	5	-	3,2	-	3,2	-	5
Определение целесообразности проведения ВКР	2	1	4	2	2,8	1,4	1,4	0,7	2	1
Оформление отчета	-	3	-	6	-	4,8	-	4,8	-	7

Таблица 5.9 – Диаграмма Ганта

Вид работ	Исполнители	Длительность работ, T_{ki}	Продолжительность выполнения работ				
			февраль	март	апрель	май	июнь
Разработка технического задания	Руководитель	2					
Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	23					
Выбор напр. исслед.	Руководитель, Инженер	3, 4					
Календарное планирование работ по проекту	Руководитель, Инженер	3, 2					

Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	12					
Построение моделей и проведение экспериментов	Инженер	27					
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Инженер	2, 3					
Оценка эффективности полученных результатов исполнителя	Инженер	5					
Определение целесообразности проведения ВКР	Руководитель, Инженер	2, 1					
Оформление отчета по НИР	Инженер	7					

/// - Руководитель, ■ - Инженер.

Таблица 5.10 – Сводная таблица по календарным дням

	Количество дней
Общее количество календарных дней для выполнения работы	96
Общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер	84
Общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель	12

5.3. Бюджет затрат

5.3.1. Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i \times N_{расх i}$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

Таблица 5.11 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб		Затраты на материалы, (Зм), Руб	
		Лаб-т	Рук-ль	Лаб-т	Рук-ль	Лаб-т	Рук-ль
Бумага	лист	250	100	2	2	500	200
Картридж	шт.	1	1	700	700	700	700
Шариковая ручка	шт.	2	1	20	20	40	20
Карандаш	шт.	1	1	10	10	10	10
Блокнот	шт.	1	0	50	0	50	0
Итого						1300	930

Итого по статье «материальные затраты» получилось 1300 рублей на лаборанта и 930 рублей на научного руководителя. Общие «материальные затраты» составляют 2230 руб.

5.3.2. Расчет амортизации специального оборудования

Расчёт амортизации производится на находящееся в использовании оборудование. В итоговую стоимость проекта входят отчисления на амортизацию за время использования оборудования.

Таблица 5.12 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Принтер	1	3	3,5	3,5
2	Компьютер	1	3	40	40
Итого:	43,5 тыс. р				

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m,$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Рассчитаем амортизацию для принтера и компьютера, с учётом, что срок полезного использования 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0.33$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

Принтер:

$$A = \frac{H_A I}{12} = \frac{0,33 \cdot 3500}{12} \cdot 4 = 385 \text{ руб.}$$

Компьютер:

$$A = \frac{H_A I}{12} = \frac{0,33 \cdot 40000}{12} \cdot 4 = 4400 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты амортизационных отчислений:

$$A = 385 + 4400 = 4785 \text{ руб.}$$

5.3.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата руководителя и инженера включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (15% от $З_{осн}$)

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя и инженера рассчитана по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \times T_p,$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}}$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,3$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \times (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \times k_{\text{р}}$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент.

Месячный должностной оклад руководителя, руб.:

$$Z_{\text{м}} = 30000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 58500 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$Z_{\text{м}} = 15000 \times (1 + 0,3 + 0,2) \times 1,3 = 29250 \text{ руб.}$$

Таблица 5.13 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	66	104
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	24
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	238	252

Среднедневная заработная плата руководителя, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{58500 * 10,3}{238} = 2531,72$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{29250 * 11,2}{252} = 1300$$

Рассчитаем рабочее время:

Руководитель: $T_p = 12$ раб. дней

Инженер: $T_p = 84$ раб. дня

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$З_{\text{осн}} = 2531,72 \times 12 = 30380,67 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата инженера составила:

$$З_{\text{осн}} = 1300 \times 84 = 109200 \text{ руб.}$$

Таблица 5.14 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб	$З_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	30000	0,3	0,2	1,3	58500	2531,72	12	30380,67
Инженер	15000	0,3	0,2	1,3	29250	1300	84	109200
Итого $З_{\text{осн}}$								139580,67

5.3.4. Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}}$$

Где $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.; $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты, 0,12; $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Таблица 5.15 – Дополнительная заработная плата исполнителей НТИ

Зарплата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	30380,67	109200
Дополнительная зарплата	3645,68	13104

5.3.5. Отчисления вне бюджетные организации

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$З_{внеб} = k_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп})$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

$$З_{внеб.рук} = k_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \times (30380,67 + 3645,68) = 10207,9 \text{ руб.};$$

$$З_{внеб.инж} = k_{внеб} \times (З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \times (109200 + 13104) = 36691,2 \text{ руб.}$$

5.3.6. Накладные расходы

Накладными расходами учитываются прочие затраты организации, такие как: печать и ксерокопирование проектировочных документов, оплата услуг связи.

Накладные расходы в целом:

$$З_{накл} = (З_{м} + З_{осн} + З_{доп} + З_{внеб}) \times k_{нр}$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

Накладные расходы составили:

$$З_{накл} = (А + З_{м} + З_{осн} + З_{доп} + З_{внеб}) \times k_{нр} = (2230 + 4785 + 87750 + 139580,67 + 16749,68 + 46899,1) \times 0,2 = 59598,89 \text{ руб.}$$

5.3.7. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Таблица 5.16 – Группировка затрат по статьям

Наименование статьи	Всего
1. Материальные затраты НТИ	2230
2. Затраты на оборудование	4785
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	139580,67
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	16749,68
4. Отчисления на социальные нужды	46899,1
5. Накладные расходы	59598,89
6. Бюджет затрат НТИ	269843,34

5.4. Определение эффективности исследования

5.4.1. Определение ресурсоэффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{269843,34}{330000} = 0.82$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b^a, b^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки,

устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 5.17.

Таблица 5.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Руководитель	Инженер
1. Способствует росту производительности труда пользователя		0,1	4	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)		0,15	5	4
3. Помехоустойчивость		0,15	3	4
4. Энергосбережение		0,20	4	2
5. Надежность		0,25	5	3
6. Материалоемкость		0,15	4	5
ИТОГО		1	4,15	3,6

$$I_{p-рук} = 4*0,1+5*0,15+3*0,15+4*0,25+5*0,15+4*0,20 = 4,15;$$

$$I_{p-инж} = 5*0,1 + 4*0,15 + 4*0,15 + 3*0,25 + 2*0,2 + 5*0,15 = 3,6.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{рук} = \frac{4,15}{1} = 4,15$$

$$I_{инж} = \frac{3,6}{0,82} = 4,69$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Таблица 5.18 – Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Руководитель	Инженер
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,82
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,15	3,6
3	Интегральный показатель эффективности	4,15	4,69
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,89	1

5.5. Вывод по разделу финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В результате выполнения изначально сформулированных целей раздела, можно сделать следующие выводы:

1. Результатом проведенного анализа конкурентных технических решений является выбор инженерных мероприятий для обеспечения пожарной безопасности, это наиболее эффективно и целесообразно;
2. При проведении планирования был разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Были определены: общее количество календарных дней для выполнения работы – 96 дней, общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер – 84 и общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель -12;
3. Составлен бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 269843,34руб;
4. По факту оценки эффективности ИР, можно сделать выводы:
 - Значение интегрального финансового показателя ИР составляет 1, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной, по сравнению с аналогами;
 - Значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,15 по сравнению с 3,6;
 - Значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 4,15, по сравнению с 4,69, и является наиболее высоким, что означает, что техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

6. Социальная ответственность

Целью раздела «Социальная ответственность» является создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышение его производительности, сохранение работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

Аварии на гидротехнических сооружениях (ГТС) могут повлечь за собой катастрофические последствия, так как эти сооружения обычно находятся в черте населенных пунктов и являются объектами повышенного риска. Аварии на ГТС могут привести к обширному затоплению территории и образованию зоны катастрофического затопления.

Горно-обогатительный комбинат (ГОК) — комплексное горное предприятие по добыче и переработке твёрдых полезных ископаемых.

В состав горно-обогатительного комбината входят следующие основные производственные подразделения:

- 1) подразделения по добыче полезных ископаемых (карьеры, шахты, рудники);
- 2) транспортное подразделение, предназначенное для доставки добытой руды на обогатительную фабрику. Доставка руды на обогатительную фабрику может осуществляться с использованием различных транспортных систем и видов транспорта: автомобильного, железнодорожного, конвейерного, канатных дорог, рудоспусков, рудоскатов и других;
- 3) подразделение по переработке добытого полезного ископаемого, которое обычно представлено обогатительной фабрикой;
- 4) общепроизводственные подразделения: энергохозяйство, ремонтно-механический цех, другие необходимые подразделения.

На территории ГОК имеется забой экскаватора. Рабочим местом машиниста экскаватора является его кабина, в которой должны быть максимальные удобства для самого машиниста.

В кабине оператора применена система отопления, вентиляции и кондиционирования. Электрическая схема и компоновка приборов управления выполнены так, чтобы обеспечивалась универсальность кабины, в плане возможности ее применения для оборудования любых систем управления электроприводами. Для внутреннего освещения используются современные светодиодные светильники, выполняющие также функции аварийного освещения. При отсутствии электроэнергии, продолжительность работы светильника от встроенного аккумулятора до 25 часов. Кабина укомплектована откидным креслом помощника машиниста. Внутренняя облицовка кабины выполнена из алюминиевых композитных панелей с применением алюминиевых профилей. В качестве наружных осветительных приборов установлены пыле и влагозащищенные виброустойчивые светодиодные прожекторы.

6.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Минимальное рабочее пространство вокруг машиниста с антропометрическими признаками 95 перцентиля группы населения Б и по ГОСТ 12.2.049 должно соответствовать требованиям ГОСТ 27250*. Ширина прохода к креслу на высоте 750 мм от пола должна быть не менее 300 мм.

Рекомендуется сиденье помощника изготавливать размером не менее 350x380 мм и располагать на высоте 420-450 мм. Допускается делать его откидным и крепить к стенке кабины.

Кабина должна быть оборудована средствами или устройствами:

- 1) для предотвращения запотевания и обмерзания стекол при температуре наружного воздуха до минус 40 °С, по требованию заказчика для исполнения ХЛ по ГОСТ 15150 - до минус 55 °С;
- 2) для защиты глаз машиниста от прямых солнечных лучей (солнцезащитные козырьки, тонированные стекла и др.);
- 3) для очистки наружной поверхности лобового стекла от загрязнения и атмосферных осадков, обеспечивающие рациональные зоны очистки;

4) для установления, регулирования и поддержания комфортных микроклиматических условий;

5) для аварийного покидания кабины.

Остекление кабины должно быть устойчивым к механическому воздействию по ГОСТ 5727. Окна должны иметь форточки или частично открываться. Стекла по периметру должны иметь вибродемпфирующую прокладку.

Для подъема на рабочее место машиниста на экскаваторе должна быть установлена безопасная лестница с высотой перил от поверхности ступени 850-950 мм.

Дверной проем должен иметь высоту не менее 1900 мм, ширину не менее 650 мм (для исполнения ХЛ - не менее 750 мм) с учетом уплотнения. Запорное устройство и уплотнение должны обеспечивать герметичность и безотказное открывание и закрывание двери.

Машинист должен быть обеспечен спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты и Коллективным договором.

Машинист при ремонтных и других работах вне кабины экскаватора должен работать в каске. Работа без каски допускается только в кабине экскаватора.

Машинист должен уметь пользоваться средствами пожаротушения, находящимися на экскаваторе, а также содержимым аптечки первой помощи.

6.2. Производственная безопасность

Основную работу машинист выполняет в кабине экскаватора. Класс условий труда машиниста экскаватора 3.2 (вредные условия труда 2 степени) - условия труда, при которых на работника воздействуют вредные и (или) опасные производственные факторы, уровни воздействия которых способны вызвать стойкие функциональные изменения в организме работника,

приводящие к появлению и развитию начальных форм профессиональных заболеваний или профессиональных заболеваний легкой степени тяжести (без потери профессиональной трудоспособности), возникающих после продолжительной экспозиции (пятнадцать и более лет).

Машинист экскаватора, как и водитель автомобиля постоянно находится в кабине и управляет машиной. Рабочая поза постоянно сидя в кресле в машиниста, которое должно быть комфортно для человека. Если необходимо сделать небольшой ремонт экскаватора или его оборудования, то рабочая поза меняется в зависимости от профиля работы. Во время работы преобладают движения рук. Основная задача в данном разделе – снизить вред здоровью человека от постоянного пребывания в зоне опасных и вредных факторов.

Таблица 6.1 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ машиниста экскаватора.

Факторы	
Опасные	Вредные
1. Движущиеся машины и механизмы, их рабочие органы и части.	1. Повышенная загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны.
2. Обрушивающиеся грунты и горные породы.	2. Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.
3. Разрушающиеся конструкции машин.	3. Повышенный уровень шума на рабочем месте.
4. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.	4. Недостаточная освещенность рабочей зоны.
	5. Повышенный уровень вибрации.

6.2.1. Анализ опасных и вредных производственных факторов

Движущиеся машины и механизмы, их рабочие органы и части

Для защиты от данных опасных факторов используются коллективные средства защиты, – устройства, препятствующие появлению человека в опасной зоне. Согласно ГОСТ 12.2.062-81 ограждения выполняются в виде различных сеток, решеток, экранов и кожухов. Они должны иметь такие размеры и быть установлены таким образом, чтобы в любом случае исключить доступ человека в опасную зону. При устройстве ограждений

должны соблюдаться определенные требования. Запрещается работа со снятым или неисправным ограждением.

В качестве профилактических мер планируется систематически производить проверку наличия защитных ограждений на движущихся и вращающихся частях машин и механизмов; плановую и внеплановую проверку пусковых и тормозных устройств; проверку состояния оборудования и своевременное устранение дефектов ГОСТ 12.2.003-91.

При проведении работ по опробованию необходимо соблюдать технику безопасности, так как отбор проб будет осуществляться с помощью специальных инструментов (молоток, кайло). Основная опасность заключается в том, что, зацепившись телом или одеждой за острую кромку или заусенец инструмента можно получить травму вплоть до смертельного исхода. Основными мерами предосторожности являются: соблюдение всех требований правил техники безопасности при работе с инструментами; соблюдение формы одежды (все пуговицы на одежде должны быть застегнуты, полы одежды не должны болтаться); периодическая проверка технического состояния используемых при отборе проб инструментов, повышенное внимание на рабочем месте.

Обрушивающиеся грунты и горные породы

Анализ причин и условий внезапных обрушений и вывалов горных пород показывает, что они наиболее часто происходят в результате: запоздалой установки крепи (вследствие чего при продолжении выемки увеличивается площадь обнаженной кровли или возрастает время, в течение которого кровля не подхватывается крепью); установки крепи недостаточной устойчивости или несущей способности, вследствие несоответствия ее условиям работы, наличия пустот между крепью и породой, конструктивных недостатков крепи или брака при ее установке, увеличения против расчетного расстояния между рамами или секциями, отсутствия затяжки и плохого расклинивания рамы крепи.

При разработке мероприятий по спасению людей и ликвидации аварий следует тщательно анализировать обстоятельства, которые могут возникнуть в ходе аварии и повлиять на обстановку в пределах аварийного участка и путей эвакуации людей, в том числе опрокидывание струи воздуха при возникновении тепловой депрессии при пожаре, выход из строя вентиляционных сооружений (что часто бывает при взрывах) и закорачивание воздушных струй, обрушения (завалы) в выработках, прорывы воды, выход из строя водопроводов (вследствие завала, выгорания прокладок, повреждения взрывом).

В случаях обрушений пород люди выводятся из тех выработок, в которых произошла авария и на которые она может распространиться, а также из выработок, имеющих один выход, который может быть перекрыт в результате дальнейшего распространения обрушения.

Для спасения людей при обрушении и падении пород в продвигающихся по простиранию длинных очистных потолкоуступных забоях на наклонных и крутых пластах должны поддерживаться в исправном состоянии спасательные ниши, предохранительные полки, гасители скорости и ограждающие устройства.

Микроклимат

Требования к микроклимату, составу воздушной среды в рабочей зоне и к другим условиям труда машиниста экскаватора в основном регламентируются Санитарными правилами (СП) по гигиене труда. Санитарно-технические средства экскаватора (вентиляция, отопление, кондиционирование, теплоизоляция) должны обеспечивать поддержание в кабине оптимальных или допустимых параметров микроклимата (в холодный и переходный период года в диапазоне от 18 - 25 °С, в теплый - не более 28 °С) не позднее чем через 30 минут после начала непрерывного движения с прогретым двигателем. Перепад температуры по вертикали не должен превышать 3 - 5 °С.

Повышенный уровень шума на рабочем месте

Повышенный шум на рабочем месте оказывает вредное влияние на организм работника в целом, вызывая неблагоприятные изменения в его органах и системах. Длительное воздействие такого шума способно привести к развитию у работника потери слуха, увеличению риска артериальной гипертензии, болезней сердечно-сосудистой, нервной системы и др. При этом специфическим клиническим проявлением вредного действия шума является стойкое нарушение слуха (тугоухость), рассматриваемое как профессиональное заболевание.

Эквивалентный уровень звука, излучаемый экскаватором в окружающую среду в контрольной точке и на рабочем месте, не должен превышать 80 ДБА по ГОСТ 12.1.003.

Машины, которые в процессе работы могут производить шум, неблагоприятно воздействующий на работников, следует конструировать и изготавливать с учетом последних достижений технологии и принципов проектирования, позволяющих снизить излучаемый шум.

Загазованность воздушной среды рабочего места

В атмосферном воздухе, а также в воздухе помещений всегда содержится пыль. Она представляет собой аэрозоль с твердыми частицами дисперсной фазы размером преимущественно 2 – 10 мкм. Она оказывает негативное воздействие на здоровье человека, вызывает различные заболевания дыхательной, нервной, сердечно-сосудистой системы, ухудшает общее состояние организма. На современном этапе развития производства к одной из глобальных задач перерабатывающих предприятий относится борьба с пылью.

Содержание аэрозолей фиброгенного действия в воздухе на постоянном рабочем месте машиниста не должно превышать предельно допустимых концентраций по ГОСТ 12.1.005.

Содержание вредного вещества в данной конкретной точке характеризуется следующим суммарным временем отбора: для токсических веществ - 15 мин, для веществ преимущественно фиброгенного действия - 30 мин. За указанный период времени может быть отобрана одна или несколько последовательных проб через равные промежутки времени. Результаты, полученные при однократном отборе или при усреднении последовательно отобранных проб, сравнивают с величинами ПДК ГОСТ 12.1.005-88.

Для уменьшения запыленности на предприятиях применяются такие методы борьбы:

- максимальная герметизация оборудования. Она значительно снижает количество пыли, уменьшает денежные затраты на приобретение и эксплуатацию дополнительной очистительной аппаратуры, так как исключение источников пыли намного экономически выгоднее, чем борьба с ее последствиями.
- механизация процессов дробления, размола, просева, фасовки, погрузки и т. д. Позволяет исключить человеческий фактор, обезопасить здоровье людей. Механизацию удобно совмещать с герметизацией для улучшения показателей.
- увлажнение воздуха на предприятии также очень распространенный метод, однако, он обладает значительным недостатком – влажность отрицательно влияет на состояние оборудования.

Повышенный уровень вибрации

При частоте колебаний рабочих мест, близкой к собственным частотам внутренних органов, возможны механические повреждения или даже разрывы. Систематическое воздействие общих вибраций, характеризующихся высоким уровнем виброскорости, приводит к вибрационной болезни, которая характеризуется нарушениями физиологических функций организма, связанными с поражением центральной нервной системы. Эти нарушения вызывают головные боли,

головокружения, нарушения сна, снижение работоспособности, ухудшение самочувствия, нарушения сердечной деятельности.

Вибрационными характеристиками на постоянном рабочем месте машиниста экскаватора являются:

1. скорректированные значения виброускорения в диапазоне частот 1,4-90 Гц (интегральный метод) или среднеквадратические значения виброскорости или виброускорения (или их логарифмические уровни) в октавных или 1/3 октавных полосах частот (спектральный метод) на сиденье машиниста;

2. скорректированные значения виброускорения в диапазоне частот 5,6-1410 Гц или среднеквадратические значения виброскорости или виброускорения в октавных полосах частот на рукоятках управления.

Допустимые скорректированные значения виброускорения не должны превышать значений, приведенных в табл.6.2

Таблица 6.2 – Допустимые скорректированные значения виброускорения

Вид вибрации	Допустимые скорректированные значения виброускорения, м/с
Общая категория:	
на сиденье машиниста в направлении *	0,27
Локальная:	
на рукоятках управления в направлении движения руки	2,0

* Технически достижимая вибрационная характеристика должна быть не более 0,54 м/с.

Для снижения вибраций используются вибродемпфирующие покрытия из полимерных материалов, которые невозможно использовать в качестве конструкционных материалов. Действие покрытий основано на колебании вибраций путем перевода колебательной энергии в тепловую при деформации покрытий. Хорошо гасят колебания смазочные материалы, так как слой смазочного материала устраняет возможность контакта между двумя сочлененными элементами, а следовательно, и появление сил поверхностного трения - причины возбуждения вибраций. Для снижения

вибраций используют такие ударные виброгасители, в которых осуществляется переход кинетической энергии относительно движения контактирующих элементов в энергию деформации с распространением колебаний из зоны контакта по взаимодействующим элементам.

Освещенность

Недостаточное освещение рабочего места вызывает быструю усталость и болезни глаз, снижает внимательность и, следовательно, значительно уменьшает производительность труда, а также увеличивает вероятность несчастных случаев на производстве.

Освещенность в люксах на постоянном рабочем месте и поверхности забоя при всех включенных осветительных приборах должна соответствует следующим значениям:

Таблица 6.3 - Освещенность в люксах на постоянном рабочем месте и поверхности забоя при всех включенных осветительных приборах

пульт управления при работе экскаватора	20
стол для записей (для шагающих экскаваторов)	150
зона объекта различения	75
зона под стрелой в крайней точке черпания	10

Рекомендуется следующий порядок осуществления мероприятий по устройству искусственного освещения:

- определение площади, подлежащей освещению, а также площади наибольшей концентрации работ;
- установление нормы освещенности поля зрения в зависимости от разряда зрительных работ
- выбор системы освещения;
- выбор источников света и расчета их необходимого количества;

- выполнение проекта распределения осветительных средств с учетом параметров их установки и необходимости обеспечения равномерного распределения светового потока.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Опасность поражения человека электрическим током оценивается величиной тока I (А), проходящего через его тело, или напряжением прикосновения U (В). Это означает, что опасность поражения током зависит от схемы включения человека в цепь, напряжения сети, режима нейтрали, степени изоляции токоведущих частей от земли, емкости линии и т. д.

Электрический ток широко используется в промышленности, технике, быту, на транспорте. Устройства, машины, технологическое оборудование и приборы, использующиеся для своей работы электрический ток могут являться источниками опасности.

Поражение электрическим током может произойти при прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением, на которых остался заряд или появилось напряжение в результате случайного включения в сеть, к нетокведущим частям, выполненным из проводящего электрический ток материала, после перехода на них напряжения с токоведущих частей.

Поражение человека электрическим током возможно также под воздействием напряжения шага при нахождении человека в зоне растекания тока на землю; электрической дугой, возникающей при коротких замыканиях, при приближении человека к частям высоковольтных установок, находящимся под напряжением, на недопустимое малое расстояние.

Воздействие электрического тока на человека. Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие.

Предельно допустимые напряжения прикосновения и токи для человека устанавливаются ГОСТ 12.1.038-82 при аварийном режиме работы электроустановок постоянного тока частотой 50 и 400 Гц. Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока — 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц соответственно – 2 В и 0,4 мА; для постоянного тока — 8 В и 1 мА. Указание данные приведены для продолжительности воздействия тока не более 10 мин в сутки.

6.3. Экологическая безопасность

Для горнодобывающей промышленности характерно интенсивное воздействие на окружающую природную среду, неизбежно вызывающее ее изменение. В процессе производства нарушаются полностью или частично сложившиеся экологическое состояние в зонах размещения промышленных объектов (шахт, рудников, обогатительных фабрик).

Эти изменения проявляются в различных сочетаниях негативных явлений, важнейшими из которых являются отчуждение для производства горных работ нужных для сельского хозяйства территорий, истощение и загрязнение подземных и поверхностных вод, затопление и заболачивание подработанных территорий, обезвоживание и засоление почв, загрязнение вредными веществами и химическими элементами атмосферного воздуха неблагоприятные для местных экологических систем гидрогеологические и геохимические изменения, изменение микроклимата.

Основными направлениями воздействия горнодобывающих предприятий на окружающую среду являются: изъятие минерально-сырьевых (топливно-энергетические ресурсы, цветные и черные металлы, горно-химическое сырье, гидроминеральные ресурсы) и экологических ресурсов (земля, вода, воздух, флора, фауна); химическое и тепловое загрязнение биосферы; физическое воздействие (акустическое, электромагнитное, радиоактивное).

Эти воздействия могут носить характер:

- глобальный;
- локальный — проявляющийся в зоне радиусом от 15 до 70-100 км;
- региональный — охватывающий обширные территории на удалении до 1000-1500 км.

Характер поступления загрязняющих веществ в атмосферу, водные объекты, на почву определяется:

- максимально разовым выбросом и сбросом;
- годовым выбросом, сбросом загрязняющих веществ.

При изменении качества окружающей среды горнодобывающее предприятие в конечном итоге оказывает влияние на:

- персонал промышленного предприятия;
- население (условия жизни и здоровья);
- окружающую природную среду региона;
- объекты промышленности.

Предприятия угольной промышленности, относятся к числу производств, которые загрязняют окружающую среду сточными водами. В результате их работы происходит истощение запасов подземных вод в ходе осушения и эксплуатации угольных месторождений, а также загрязнение поверхностных вод сбросами карьерных, шахтных и промышленных неочищенных сточных вод.

Выбросы в атмосферу вредных веществ предприятиями горнодобывающей промышленности происходят в процессе разработки полезных ископаемых, а также в ходе производственных процессов технологического комплекса поверхности отвалов и шахт, при открытой разработке сланца и угля, обогащении твердого топлива, производства брикетов.

При этом в атмосферу выбрасываются такие вредные вещества как: пыль, оксиды азота, оксид углерода, сернистый ангидрид и сероводород, который выделяется при горении породных отвалов.

Интенсивное пылеобразование, существенно загрязняющее атмосферу, происходит в начале строительства горнодобывающих предприятий, в процессе эксплуатации практически при всех технологических работах, при прохождении горных разработок, добыче полезных ископаемых и транспортировке.

Добыча полезных ископаемых шахтным методом также негативно сказывается на природных ландшафтах.

При сдвигении и деформации горных пород на земной поверхности образуются прогибы, провалы, которые с течением времени заполняются подземными грунтовыми и паводковыми водами, а также атмосферными осадками.

При деформации земной поверхности, существует опасность подтопления или, наоборот, обезвоживания ее отдельных участков, вследствие чего окружающая природа терпит значительный ущерб в виде изменения микроклимата, негативно воздействует на леса, пашни, населенные пункты и промышленные объекты.

Современный этап развития технологий предусматривает осуществление охраны природной среды, при котором приоритетное направление занимает внедрение малоотходных производств, которые существенно уменьшат негативное воздействие.

Для повышения эффективности природоохранных работ и улучшения экологического состояния территорий, размещенных вблизи от горнодобывающих предприятий, необходимо использовать технологию, при которой отходы производства доводятся до товарной продукции или сырья с целью использования для нужд производства или других областей.

6.4. Безопасность в ЧС

Предприятия (организации) по добыче полезных ископаемых независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности должны осуществлять свою деятельность в соответствии с требованиями законов в области промышленной безопасности.

При добыче полезных ископаемых велик риск возникновения техногенных аварий.

Хвостохранилища являются главными гидротехническими сооружениями на горно-обогатительных предприятиях, и представляют из себя, как правило, не один объект, а сложную систему из нескольких хвостохранилищ и ограждающих их дамб. А потому любое хвостохранилище таит в себе потенциальную техногенную опасность.

Даже в штатном режиме своего функционирования хвостохранилища не добавляют радости окружающим территориям: их токсичное содержимое где-то выветривается, где-то просачивается, где-то испаряется. Но бывают неприятности и похуже, когда дамбы хвостохранилищ разрушаются и происходят эпические экологические катастрофы.

Повреждение кабельных и воздушных линий электропередач является одной из распространенных причин возникновения аварийных ситуаций на горно-обогатительном комбинате.

При просадке или сползании грунта машинисту следует прекратить работу, отъехать от этого места на безопасное расстояние и доложить о случившемся руководителю работ.

Так же возможной аварией на ГОКе является возгорание или взрыв дизельного топлива, причиной этого инцидента служит нагревание, использование некачественного топлива и т.д.

В техногенной сфере работа по предупреждению аварий ведется на конкретных объектах и производствах. Для этого используются общие научные, инженерно-конструкторские, технологические меры, служащие методической базой для предотвращения аварий. Работу по предотвращению аварий ведут соответствующие технологические службы предприятий, их подразделения по технике безопасности.

В качестве превентивных мер могут быть названы: совершенствование технологических процессов, повышение надежности технологического оборудования и эксплуатационной надежности систем,

высококачественного сырья, материалов, комплектующих изделий, использование квалифицированного персонала, создание и использование эффективных систем технологического контроля и технической диагностики, безаварийной остановки производства, локализации и подавления аварийных ситуаций и многое другое.

Конкретные мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций реализуются в ходе подготовки объектов экономики и систем жизнеобеспечения населения к работе в условиях чрезвычайных ситуаций. Эта подготовка осуществляется путем проведения названных ранее отдельных мероприятий, реализации упомянутых планов и целевых программ, целенаправленной работы объектов и отраслей экономики в соответствующих режимах функционирования РСЧС.

Другим направлением уменьшения масштабов чрезвычайных ситуаций являются мероприятия по повышению физической стойкости объектов к воздействию поражающих факторов при авариях, природных и техногенных катастрофах.

6.5. Вывод по разделу социальная ответственность

Целью раздела «Социальная ответственность» было рассмотрение характеристики объекта исследования и области его применения, и различных факторов влияющих на рабочих, населения и окружающую среду.

В разделе производственная безопасность проведён анализ выявленных вредных факторов на машиниста экскаватора и представлены меры по снижению влияющих вредных факторов.

В разделе экологическая безопасность произведён анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу, литосферу и разработаны решения по обеспечению экологической безопасности.

В разделе безопасность в ЧС представлен перечень возможных ЧС на объекте, выбрана наиболее типичная ЧС для объекта, которой является

прорыв дамбы. Проведены разработки по превентивным мерам предупреждения ЧС в результате прорыва ГТС.

Были изучены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности для машиниста экскаватора.

Заключение

В ходе выполнения работы был проведен литературный обзор причин возникновения аварийных ситуаций на гидротехнических сооружениях разных видов.

Показано, что основными причинами аварий на гидротехническом сооружении Кызыл-Таштыгского горно-обогатительного комбината в Республике Тыва являются:

- Разрушение основания ГТС;
- Неправильный водосброс;
- Неисправность конструкции;
- Неравномерная осадка;
- Большое давление на ГТС;
- Неправильная эксплуатация;
- Землетрясение.

Были определены возможные сценарии развития аварийных ситуаций на рассматриваемом объекте. Методом экспертных оценок определен наиболее вероятный сценарий развития ЧС. Развитие аварийной ситуации по данному сценарию сводит к растеканию грязевого потока и временному подтоплению территории ниже хвостохранилища.

Также были оценены возможные зоны разрушения в городе, расположенном вниз по течению реки на расстоянии 200 км, при аварийной ситуации на ГТС. На основании полученных результатов были предложены мероприятия по снижению вероятности возникновения аварии на ГТС:

- строительство горизонтального дренажа с возвратом воды в хвостохранилище;
- строительство канала для отвода поверхностных вод от территории хвостохранилища;
- замыв ложа хвостохранилища хвостами и намыв экрана из хвостов на верховом откосе ограждающей дамбы.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1– Значения коэффициентов

H ₀ , м	В	Уклон							
		$i = 1 \cdot 10^{-4}$				$i = 1 \cdot 10^{-3}$			
		A_h	B_h	A_v	B_v	A_h	B_h	A_v	B_v
20	1	100	90	9	7	40	10	16	21
40		280	150	20	9	110	30	32	24
80		720	286	39	12	300	60	62	29
20	0.5	128	204	11	11	56	51	18	38
40		340	332	19	14	124	89	32	44
80		844	588	34	17	310	166	61	52
20	0.25	140	192	8	21	40	38	15	43
40		220	388	13	21	108	74	30	50
80		880	780	23	21	316	146	61	65

Таблица 2 – Время прихода гребня $\tau_{гр}$ (ч), и фронта $\tau_{ф}$ (ч), волны прорыва при разной высоте уровня воды в водохранилище

L, км	H ₀ =20м				H ₀ =40м				H ₀ =80м			
	$i = 10^{-4}$		$i = 10^{-3}$		$i = 10^{-4}$		$i = 10^{-3}$		$i = 10^{-4}$		$i = 10^{-3}$	
	$\tau_{ф}$	$\tau_{гр}$	$\tau_{ф}$	$\tau_{гр}$	$\tau_{ф}$	$\tau_{гр}$	$\tau_{ф}$	$\tau_{гр}$	$\tau_{ф}$	$\tau_{гр}$	$\tau_{ф}$	$\tau_{гр}$
5	0,2	1,8	0,2	1,2	0,1	2	0,1	1,2	0,1	1,1	0,1	0,2
10	0,5	4	0,6	2,4	0,3	3	0,3	2	0,2	1,7	0,1	0,4
20	1,6	7	2	5	1,0	6	1	4	0,5	3	0,4	1
40	5	14	4	10	3	10	2	7	1,2	5	1	2
80	13	30	11	21	8	21	6	14	3	9	3	4

Таблица 3 – Значения коэффициента β

$\frac{i \cdot L}{H_0}, \text{ м}$	Относительная высота плотины H_0 (м) от средней глубины реки в нижнем бьефе h_0 (м)	
	$H_0 / h_0 = 10$	$H_0 / h_0 = 20$
0,005	15,5	18,0
0,1	14,0	16,0
0,2	12,5	14,0
0,4	11,0	12,0
0,8	9,5	10,8
1,6	8,3	9,9

Примечание. L – удаленность створа объекта от ГТС, м.

Таблица 4 – Значения параметров волны прорыва, приводящие к разрушениям объектов

Наименование объекта	Степень разрушения					
	сильная		средняя		слабая	
	$v, \text{ м/с}$	$h_3, \text{ м}$	$v, \text{ м/с}$	$h_3, \text{ м}$	$v, \text{ м/с}$	$h_3, \text{ м}$
Здания и сооружения портов						
Сборные деревянные жилые дома	3,0	2,0	2,5	1,5	1,0	1,0
Деревянные дома (1–2 этажа)	3,5	2,0	2,5	1,5	1,0	1,0
Кирпичные малоэтажные здания (1–3 этажа)	4,0	2,4	3,0	2,0	2,0	1,0
Промышленные здания с легким металлическим каркасом и здания бескаркасной постройки	5,0	2,5	3,5	2,0	2,0	1,0
Кирпичные дома средней этажности (4 этажа)	6,0	3,0	4,0	2,5	2,5	1,5
Промышленные здания с тяжелым металлическим или железобетонным каркасом (стены из керамзитовых панелей)	7,5	4,0	6,0	3,0	3,0	1,5
Бетонные и железобетонные здания, здания антисейсмической конструкции	12,0	4,0	9,0	3,0	4,0	1,5
Стенки, набережные и пирсы на деревянных сваях	4,0	6,0	2,0	4,0	1,0	1,0
Стенки, набережные и пирсы напряженной конструкции с заполнением камнем	5,0	6,0	3,0	4,0	1,0	1,0
Стенки, набережные и пирсы на железобетонных и металлических сваях	6,0	6,0	3,0	4,0	1,0	2,0

Продолжение таблицы 4

Стенки, набережные, молы, волноломы из кладки массивов	7,0	6,0	4,0	4,0	2,0	2,0
Оборудование портов и промышленных предприятий						
Станочное оборудование	3,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0
Оборудование химических и электротехнических цехов и лабораторий	4,0	1,5	3,0	1,5	1,0	1,0
Стапели и стапельные места судостроительных и судоремонтных заводов	4,0	4,0	3,0	3,0	2,0	1,0
Трансформаторно-понижительные подстанции	5,0	2,0	4,0	2,0	2,0	1,0
Крановое оборудование:	6,0	4,0	6,0	2,0	2,0	1,5
портальные краны	8,0	5,0	6,0	2,0	2,0	2,0
грузоподъемностью	8,0	6,0	6,0	3,0	2,0	2,0
5т	10,0	9,0	6,0	4,0	2,0	2,0
10т						
16т						
мостовой перегружатель 16 т						
Мосты, дороги и транспортные средства						
Деревянные мосты (поток выше проезжей части)	1,0	2,0	1,0	1,5	0,0	0,5
Железобетонные мосты	2,0	3,0	1,0	2,0	0,0	0,5
Металлические мосты и путепроводы с пролетом (30...100)м	2,0	3,0	1,0	2,0	0,0	0,5
То же с пролетом более 100 м	2,0	2,5	1,0	2,0	0,0	0,5
Железнодорожные пути	2,0	2,0	1,0	1,0	0,5	0,5
Дороги с гравийным (щебеночным) покрытием	2,5	2,0	1,0	1,5	0,5	0,5
Шоссейные дороги с асфальтовым и бетонным покрытием	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0
Автомобили	2,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0
Подвижной состав	3,5	3,0	3,0	1,5	1,5	1,0
Плавучие средства						
Мелкие речные суда, катера с осадкой менее 2 м	5,0	2,0	4,0	1,5	2,0	1,5
Вспомогательные суда (плавучие краны, землечерпательные снаряды и т.д.)	7,0	2,0	4,0	1,5	2,0	1,5
Крупные речные пассажирские и грузовые суда (с осадкой более 2,5 м)	9,0	2,0	5,0	1,5	3,0	1,5
Плавучие доки	8,0	2,0	5,0	1,5	3,0	1,5
Плавучие причалы	9,0	2,0	6,0	2,0	3,0	2,0

Список литературы

1. Волков И.М, Конопенко П.Ф, Фидичкин И.К. Гидротехнические сооружения, М., Колос, 1968.
2. [Электронный ресурс]: <https://studfile.net/preview/2165872/page:39/>
3. [Электронный ресурс]: <http://www.examens.ru/otvet/3/9/317.html> - Гидротехнические сооружения, возможные аварии на них и их последствия. Защита населения от последствий гидродинамических аварий.
4. [Электронный ресурс]: <https://www.kommersant.ru/doc/1222760> - Крупнейшие аварии на гидротехнических сооружениях
5. Руководство по безопасности "Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах"
6. Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (с изменениями на 20 декабря 2019 года).
7. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Борис Степанович Мاستрюков. – М.: Издательский центр "Академия", 2003. – 336 с.
8. СНиП 2.06.05-84* Плотины из грунтовых материалов
9. Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. N 304 "О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера"
- 10.ПБ 03-438-02 Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов. Постановление Госгортехнадзора России от 28 января 2002 г. № 6, М. Зарегистрировано в Минюсте РФ 16.04.2002 г. - регистрационный № 3372.
- 11.СНиП 33-01-2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования. Госстрой СССР. М.: Госстрой России, 2004 г.

- 12.СНиП 2.06.04-82* Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). М., Минстрой РФ, 1995 г.
- 13.СП 23.13330.2011 (Актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85 Основания гидротехнических сооружений). Министерство регионального развития РФ М., 2011 г.
- 14.А. А. Ничипорович, «Плотины из местных материалов», – 1973 г., Москва, «Стройиздат».
- 15.Справочник по гидравлическим расчетам под редакцией П.Г. Киселева, М., «Энергия», 1974.
- 16.Методические рекомендации по оценке риска аварий гидротехнических сооружений водохранилищ и накопителей промышленных отходов. ФГУП НИИ ВОДГЕО, Москва 2002.
- 17.СТП ВНИИГ 210.02.НТ-04 «Методические указания по проведению анализа риска аварий гидротехнических сооружений»/
- 18.Горно-обогатительный комбинат (рус.). Горная энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия. Под редакцией Е. А. Козловского. 1984—1991.
- 19.Инструкция по охране труда для машиниста экскаватора одноковшового.
- 20.ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.
- 21.ГОСТ 5727-88 Стекло безопасное для наземного транспорта. Общие технические условия.
- 22.ГОСТ 12.2.062-81 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Ограждения защитные.
- 23.ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
- 24.ГОСТ 12.1.003 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

25. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
26. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.